

BEST AVAILABLE COPY



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 669 340 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
14.11.2001 Patentblatt 2001/46

(51) Int Cl.7: C07F 17/00, C07F 7/22
// C08F10/00

(21) Anmeldenummer: 94112299.6

(22) Anmeldetag: 05.08.1994

(54) Verfahren zur Herstellung von verbrückten stereorigiden Metallocenen

Process for the preparation of bridged stereorigid metallocenes

Procédé de préparation de metallocènes pontés stéréorigides

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI NL PT SE

(73) Patentinhaber: Crompton GmbH
59192 Bergkamen (DE)

(30) Priorität: 25.02.1994 DE 4406109

(72) Erfinder: Lisowsky, Richard, Dr.
D-59174 Kamen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.08.1995 Patentblatt 1995/35

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 344 887 EP-A- 0 537 686
US-A- 3 306 917

EP 0 669 340 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 669 340 B1

Beschreibung

[0001] Gegenstand der Erfindung ist ein neues verbessertes Verfahren zur Herstellung von verbrückten stereorigiden Metallocenen über magnesium- und zinnorganische Verbindungen.

5 [0002] Metallocene auf Basis von Cyclopentadien, Inden und Fluoren sind in Kombination mit speziellen Co-Katalysatoren, wie beispielsweise Aluminoxanen oder Tetraphenylborat-Komplexen, hochaktive und bei geeignetem Liganden- system auch stereospezifische Katalysatorsysteme zur Polymerisation von Olefinen.

[0003] Diese Katalysatoren, Verfahren zu ihrer Herstellung sowie ihre Verwendung sind in den EP-A-0 480 390, EP-A-0 413 326, EP-A-0 530 908, EP-A-0 344 887, EP-A-0 420 436, EP-A-0 416 815, EP-A-0 520 732 eingehend be- 10 schrieben.

[0004] Die dort genannten Verbindungen werden weitgehend hergestellt nach dem z. B. in der EP-A-0 480 390 Seite 5 angegebenen Reaktionsschema. Hierbei werden die Cyclopentadienyl-derivate mit Lithiumalkylen metalliert, anschließend mit Alkyldihalogeniden oder Alkylditosylaten zu den verbrückten Liganden- systemen umgesetzt und dann in einer folgenden Stufe abermals mit Lithiumalkylen zu den entsprechenden dimetallierten Verbindungen umgesetzt, 15 welche dann mit Übergangsmetallhalogeniden zu den verbrückten Metallocenen reagieren (J. Organomet. Chem., 1985, 288, 63; J. Organomet. Chem., 1988, 342, 21).

[0005] Diese Verfahren weisen eine Reihe von Nachteilen auf:

- mehrstufige Synthesen, bei denen zum Teil die Zwischenstufen isoliert und gereinigt werden müssen,
- 20 - Durchführung einzelner Reaktionsstufen notwendigerweise bei Temperaturen $\leq -56^{\circ}\text{C}$,
- Einsatz sicherheits- und/oder umweltrelevant nicht unproblematischer Lösungsmittel wie Ether, Hexamethylphosphorsäuretriamid (HMPA), Methylenchlorid oder Chloroform,
- 25 - Trennverfahren (z. B. Extraktionen), insbesondere in der letzten Stufe, die in Verbindung mit den Stoffeigenschaften der Produkte (Schwerlöslichkeit, extrem empfindlich gegenüber Luft- und Feuchtigkeitsspuren) und der abzutrennenden Salze (z. B. LiCl) technisch nur unter hohem Aufwand durchzuführen sind und zu hohen Ausbeute- verlusten beitragen,
- 30 - gezielte Beeinflussung des rac : meso-Verhältnisses während der Synthese bei Verbindungen, die aufgrund der Ligandensubstitution prinzipiell in einer Racemat(rac)(zwei Enantiomere) und einer Meso-Form anfallen können, ist nicht generell möglich (bisher konnte nur durch Arbeiten bei -56°C in einigen Einzelfällen die Bildung der Meso- Verbindung verringert oder verhindert werden),
- 35 - nur geringe Ausbeuten an gewünschtem Metallocen, insbesondere über alle Stufen gerechnet.

[0006] Daher besteht ein steigendes Interesse an der Bereitstellung geeigneter, insbesondere auch für technische Mengen problemlos anwendbarer, genereller Syntheseverfahren, die in hohen Ausbeuten möglichst kostengünstig 40 solche Übergangsmetallkomplexe zu liefern in der Lage sind.

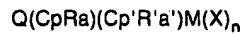
[0007] Eine Aufgabe der Erfindung war es, Syntheseverfahren zu entwickeln, welche es gestatten, unter Vermeidung der geschilderten Nachteile in hohen Ausbeuten, wahlweise mit oder vorzugsweise ohne Isolierung der Zwischenstufen, sowie technisch problemlos durchführbar, verbrückte stereorigide Metallocene herzustellen.

[0008] Es wurde nun gefunden, daß unter Einsatz von Dialkylmagnesiumverbindungen sowohl der Aufbau von ver- 45 brückten Liganden- systemen in hohen Ausbeuten unter technisch vorteilhaften Reaktionsbedingungen gelingt, als auch die für die optimalen, weiteren Umsetzungen besonders geeigneten Magnesium- und Zinnderivate dieser Liganden- systeme in hohen Ausbeuten in einem Eintopfverfahren erhältlich und direkt zu den gewünschten Metallocenen um- setzbar sind.

[0009] Weiterhin wurde überraschend gefunden, daß bei Umsetzungen von Liganden, die aufgrund ihrer Substitution 50 zur Bildung von stereoisomeren Produkten (racemat (rac) : meso-Verbindungen) geeignet sind, zu Metallocenen die Beeinflussung des rac : meso-Produktverhältnisses in weiten Grenzen durch die Reaktionsführung möglich ist.

[0010] Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung von verbrückten, stereorigiden Metallocenen der allgemeinen Formel (1)

55

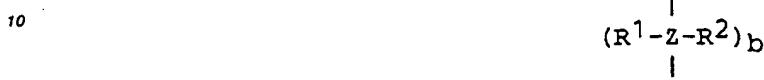


(1)

EP 0 669 340 B1

worin

Cp = ein Cyclopentadienyl-, ein Indenyl-, ein Fluorenylrest
 R, R' = gleich oder verschieden Alkyl-, Phosphin-, Amin-, Alkylether- oder Aryl-ethergruppen mit $0 \leq a \leq 4$, $0 \leq a' \leq 4$
 5 Cp' = eine der Gruppen Cp oder
 Cp' = - NR"- mit R" = Alkyl- oder Arylrest mit a = 1 und
 Q = eine ein- oder mehrgliedrige Brücke

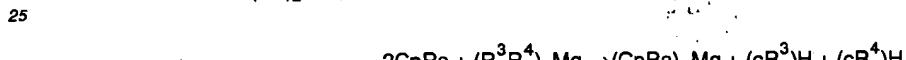


15 zwischen Cp und Cp' ist, worin R¹ und R² gleich oder verschieden ein Wasserstoffatom, eine C₁-C₁₀-Alkylgruppe, eine C₆-C₁₀-Arylgruppe und Z Kohlenstoff, Silizium oder Germanium bedeutet mit b = 0,1, 2 oder 3

20 M = ein Übergangsmetall der Gruppen 3 bis 6 (IUPAC Notation), insbesondere Zr, Hf ist
 X = Halogen, insbesondere Cl, Br ist und
 n = der Oxidationszahl von M, vermindert um 2, entspricht,

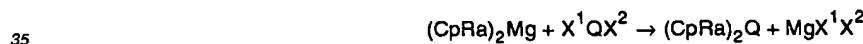
25 welches dadurch gekennzeichnet ist, daß in erster Stufe

1) Cyclopentadienylverbindungen CpRa mit Magnesiumverbindungen (R³R⁴)_cMg, worin R³R⁴ gleich oder verschieden, H, C₁-C₁₂-Alkylreste und c = 0 oder 1 ist, nach der allgemeinen Gleichung umgesetzt werden



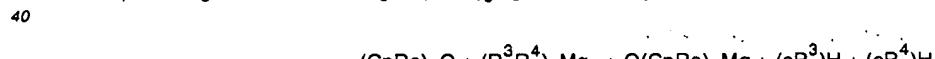
30 und das Reaktionsprodukt in zweiter Stufe

2) mit Verbindungen X¹QX², worin X¹, X² gleich oder verschieden Cl, Br, J, -OSO₂R⁵, worin R⁵ ein Alkylrest mit 1 - 10 C-Atomen oder ein Arylrest mit 6 - 10 C-Atomen sein kann, nach der allgemeinen Gleichung umgesetzt wird

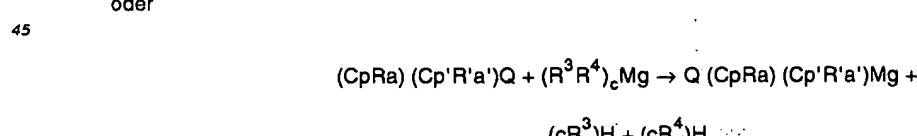


40 und das Reaktionsprodukt in dritter Stufe

3) mit Magnesiumverbindungen (R³R⁴)_cMg nach der allgemeinen Gleichung umgesetzt wird

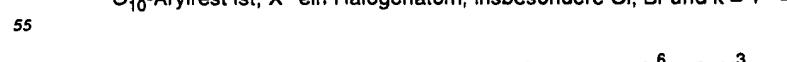


45 oder

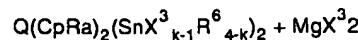


50 und das Reaktionsprodukt in vierter Stufe

4) mit Zinnverbindungen R⁶_{4-k}SnX³_k, worin R⁶ ein C₂-C₂₀-Alkylrest, insbesondere C₄-C₈-Alkylrest oder ein C₆-C₁₀-Arylrest ist, X³ ein Halogenatom, insbesondere Cl, Br und k = 1 - 4 ist, nach der allgemeinen Gleichung

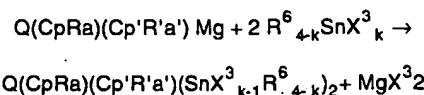


EP 0 669 340 B1



oder

5

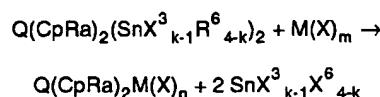


10

umgesetzt wird und das Reaktionsprodukt in fünfter Stufe

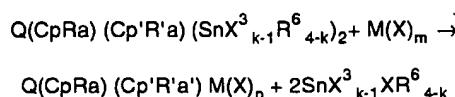
5) mit Übergangsmetallhalogeniden der Formel $M(X)_m$, worin m gleich der Oxidationszahl von M ist, nach der Gleichung

15



20

oder



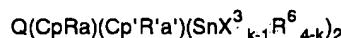
umgesetzt wird.

30

[0011] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktionsprodukte der Zwischenstufen ohne Isolierung direkt für die weitere Umsetzung der jeweiligen Folgestufen eingesetzt werden.

[0012] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung sind Verbindungen der allgemeinen Formel

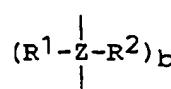
35



worin bedeuten

40

Q = eine ein- oder mehrgliedrige Brücke



45

zwischen Cp und Cp' ist, worin R¹ und R² gleich oder verschieden ein Wasserstoffatom, eine C₁-C₁₀-Alkylgruppe, eine C₆-C₁₀-Arylgruppe und Z Kohlenstoff, Silizium oder Germanium bedeutet mit b = 0,1, 2 oder 3

Cp, Cp' = Cyclopentadienyl-, ein Indenyl-, ein Fluorenylrest

50

R, R' = Alkyl-, Phosphin-, Amin-, Alkylether-, oder Arylethergruppen mit 0 ≤ a, a' ≤ 4

R⁶ = ein C₂-C₂₀-Alkylrest, ein C₆-C₁₀-ArylrestX³ = ein Halogenatom

Z = Kohlenstoff, Silizium oder Germanium mit b = 1, 2 oder 3.

55

[0013] Die weiteren Gegenstände der Erfindung sind durch die Ansprüche gekennzeichnet.

[0014] Die erfindungsgemäß für die Stufe 1. einsetzbaren Cyclopentadienylverbindungen CpRa gehören zum bekannten Stand der Technik und sind Verbindungen, in welchen Cp ein Cyclopentadienylrest oder ein Indenylrest und R Alkyl-, Phosphin-, Amin-, Alkylether- oder Arylethergruppen mit 0 ≤ a ≤ 4 sein können. Der Substituent R am Cp-Rest

EP 0 669 340 B1

kann gleich oder verschieden sein. Erfindungsgemäß bevorzugt sind Verbindungen, in welchen R Alkylreste mit 1 - 6 C-Atomen sind und a = 0 bis 4 ist.

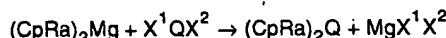
[0015] Als Verbindungen $(R^3R^4)_cMg$ werden solche eingesetzt, in denen R³ und R⁴ gleich oder verschieden H, C₁₋₁₂-Alkylreste sind und c = 1 ist. Erfindungsgemäß werden bevorzugt Butylethylmagnesium, Di-n-butylmagnesium, Di-n-hexylmagnesium, n-Butyl-sec-butylmagnesium in Ihren handelsüblichen Formulierungen, wie insbesondere BO-MAG®-A der Firma Witco GmbH (Butyl-octyl-magnesium 20 %ig in Heptan).

[0016] Die Umsetzungen erfolgen in Inertgasatmosphäre. Hierbei werden erfindungsgemäß bevorzugt die Komponenten bei Raumtemperatur in einem inerten Lösungsmittel vorgelegt und die Temperatur unter intensivem Rühren erhöht.

[0017] Als inerte Lösungsmittel sind die auf diesem Gebiet üblichen wie beispielsweise aliphatischen oder cyclischen Ether oder aromatischen Kohlenwasserstoffe mitverwendbar. Erfindungsgemäß bevorzugt werden aliphatische Kohlenwasserstoffe mit Siedepunkten ≥ 60 °C, vorzugsweise ≥ 80 °C, insbesondere im Bereich von 90 - 120 °C. Die Umsetzung wird zur Erzielung praxisgerechter Reaktionszeiten vorzugsweise beim Siedepunkt der Lösungsmittel, insbesondere zwischen 80 - 120 °C, durchgeführt. Die Konzentration des Reaktionsgemisches ist weitgehend unkritisch.

[0018] Zur Erzielung hoher Raum-Zeit-Ausbeuten wird jedoch im oberen technisch möglichen Bereich gearbeitet.

[0019] Die so erhaltenen $(CpRa)_2Mg$ -Verbindungen werden erfindungsgemäß bevorzugt direkt in zweiter Stufe mit den Verbindungen X¹-Q-X² nach der allgemeinen Reaktionsgleichung



20

zu den verbrückten Biscyclopentadienyl-Verbindungen umgesetzt.

[0020] Die Reaktionsmischung der ersten Stufe wird gegebenenfalls vor Zugabe der Komponente X¹QX² bis unter deren Siedetemperatur abgekühlt und nach erfolgter Zugabe erneut bis auf Siedetemperatur erwärmt.

[0021] Gegebenenfalls können zur Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit noch in maximal stöchiometrischer Menge, bezogen auf Magnesium, Ether wie vorzugsweise Alkylether mit insbesondere 6 bis 10 C-Atomen wie insbesondere Di-n-butylether mitverwendet werden.

[0022] Die Reaktionszeiten liegen üblicherweise zwischen 1 bis 3 Stunden.

[0023] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden in beiden Stufen die Edukte vorzugsweise in stöchiometrischen Mengen eingesetzt. Dadurch und durch die nahezu quantitative Umsetzung unter praxisgerechten Bedingungen fallen die verbrückten Biscyclopentadienyl-Verbindungen in solchen Reinheiten an, daß sie direkt ohne Aufarbeitung für weitere Umsetzungen verwendbar sind.

[0024] Beispiele für die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren herstellbaren verbrückten Biscyclopentadienyl-Verbindungen sind Dimethylsilyl-bis(1-inden), Dimethylsilyl-bis(1-cyclopentadien), 2,2-Propyl-bis(1-inden), 2,2-Propyl-bis(trimethylcyclopentadien), 2,2-Propyl-bis(5-dimethylamino-1-inden), 2,2-Propyl-bis(6-dipropylamino-1-inden), 2,2-Propyl-bis(4,7-bis(dimethyl-amino-1-inden), 2,2-Propyl-bis(5-diphenylphosphino-1-inden), 2,2-Propyl-bis(4,5,6,7-tetrahydro-1-inden), 2,2-Propyl-bis(4-methyl-1-inden), 2,2-Propyl-bis(5-methyl-1-inden), 2,2-Propyl-bis(6-methyl-1-inden), 2,2-Propyl-bis(7-methyl-1-inden), 2,2-Propyl-bis(5-methoxy-1-inden), 2,2-Propyl-bis(4,7-dimethoxy-1-inden), 2,2-Propyl-bis(2,3-dimethyl-1-inden), 2,2-Propyl-bis(4,7-dimethyl-1-inden), 2,2-Propyl-bis(1-cyclopentadien), 2,2-Propyl-bis(1-inden), Diphenylmethyl-bis(1-inden), Diphenylmethyl-bis(1-cyclopentadien), Diphenylmethyl-bis(1-inden), Diphenylsilyl-bis(1-inden), Diphenylsilyl-bis(1-cyclopentadien), Diphenylsilyl-bis(1-inden), Ethylen-bis(1-inden), Ethylen-bis(trimethylcyclopentadien), Ethylen-bis(5-dimethylamino-1-inden), Ethylen-bis(6-dipropylamino-1-inden), Ethylen-bis(4,7-bis(dimethylamino-1-inden), Ethylen-bis(5-diphenylphosphino-1-inden), Ethylen-bis(4,5,6,7-tetrahydro-1-inden), Ethylen-bis(4-methyl-1-inden), Ethylen-bis(5-methyl-1-inden), Ethylen-bis(6-methyl-1-inden), Ethylen-bis(7-methyl-1-inden), Ethylen-bis(5-methoxy-1-inden), Ethylen-bis(4,7-dimethoxy-1-inden), Ethylen-bis(2,3-dimethyl-1-inden), Ethylen-bis(4,7-dimethyl-1-inden), Ethylen-bis(9-fluoren), Ethylen-bis(1-cyclopentadien), Ethylen-bis(1-inden).

[0025] Die Reaktionsmischung wird erfindungsgemäß bevorzugt ohne Isolierung des Reaktionsproduktes direkt in dritter Stufe erneut mit den Magnesiumverbindungen $(R^3R^4)_cMg$ der Stufe 1 in vorzugsweise stöchiometrischen Mengen unter den gleichen Reaktionsbedingungen wie in Stufe 1 zu den verbrückten Magnesiumverbindungen Q $(CpRa)_2Mg$ umgesetzt.

[0026] Zu dieser Reaktionsmischung wird bei Temperaturen zwischen ca. 20 bis 120 °C, vorzugsweise bei der Reaktionstemperatur der Stufe 3, eine Zinnverbindung der allgemeinen Formel $R^6_{4-k}SnX^3_k$ zudosiert.

[0027] In den Zinnverbindungen ist R⁶ ein Alkylrest mit 2 - 20 C-Atomen, insbesondere 4 - 8 C-Atomen, X³ ist ein Halogenrest, insbesondere Cl oder Br und k kann ein Wert von 1 bis 4 sein. Erfindungsgemäß bevorzugt sind Di-n-

EP 0 669 340 B1

butyl-zinndichlorid, Tri-n-butyl-zinnchlorid, Tri-n-octyl-zinnchlorid, Di-n-octyl-zinndichlorid. Die Zinnverbindung wird vorzugsweise doppelt molar zur Magnesiumverbindung eingesetzt.

[0028] Nach Beendigung der Reaktion, je nach Reaktionstemperatur nach 1 bis 4 Stunden, werden nach Abkühlung auf Raumtemperatur sämtliche ausgefallenen Magnesiumsalze nach den üblichen Verfahren wie Dekantieren, Filtern, Zentrifugieren, abgetrennt.

[0029] Die feststofffreie organische Phase, welche als Reaktionsprodukt die Verbindung $Q(CpRa)_2(SnX^3_{k-1}R^6_{4-k})_2$ enthält, wird ohne weitere Aufarbeitung bei Raumtemperatur mit dem Übergangsmetallhalogenid $M(X)_m$, worin M ein Metall der Gruppe 3 bis 6 des Periodischen Systems der Elemente darstellt (IUPAC Notation), insbesondere Zr, Hf ist, X ein Halogenatom, insbesondere Cl, Br und m gleich der Oxidationszahl von M ist, versetzt und die Reaktion bei Raumtemperatur bis zur Siedetemperatur des verwendeten Lösungsmittels, vorzugsweise 20 - 120 °C, insbesondere 20 - 80 °C, durchgeführt. Die Reaktion ist im allgemeinen nach 1 bis 4 Stunden beendet.

[0030] Die Umsetzung der Stufe 5. kann zu stereoisomeren Verbindungen führen, welche in racemischer und mesomerer Form anfallen. Für die Herstellung von Katalysatoren für die Olefinpolymerisation sind die racemischen Verbindungen aufgrund ihrer höheren Aktivität und Stereoselektivität bevorzugt.

[0031] Anstelle der bei den gemäß Stand der Technik üblichen aufwendigen Verfahren zur Isolierung der Racemate kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren das Verhältnis auf einfache Weise allein durch die gewählten Konzentrationsverhältnisse gesteuert werden:

[0032] Je höher die Konzentration an Zinnverbindung, um so höher ist der Anteil an Racemat.

[0033] Zur Erreichung des gewünschten Verhältnisses an Racemat (rac) : meso-Verbindung wird das Lösungsmittel vor der Umsetzung mit dem Übergangsmetallhalogenid ganz oder teilweise, das heißt in der benötigten Menge, abdestilliert.

[0034] Erfindungsgemäß bevorzugt wird das Verfahren ohne Isolierung der Reaktionsprodukte der Stufen 1. bis 4. durchgeführt. Es ist jedoch ebenfalls möglich, die jeweiligen Zwischenprodukte vor der Umsetzung in der Folgestufe zu isolieren oder gegebenenfalls auf anderem Wege herzustellen und für die Folgestufe einzusetzen.

[0035] Im Falle der unsymmetrischen Verbindungen $Q(CpRa)Cp'R'a'$, in welchen CpRa ungleich Cp'R'a' ist, werden diese über literaturbekannte Verfahren hergestellt und beginnend in Stufe 3. weiter nach dem erfindungsgemäßen Verfahren zu den Metallocenen umgesetzt.

[0036] Erfindungsgemäß mitverwendbare unsymmetrische Verbindungen sind 2,2-Propyl-bis(1-inden)(1-cyclopentadien), 2,2-Propyl-bis(1-inden)(9-fluoren), Diphenylmethyl-bis(1-inden)(1-cyclopentadien), Diphenylmethyl-bis(1-inden)(9-fluoren), Diphenylsilyl-bis(1-inden)(1-cyclopentadien), Diphenylsilyl-bis(1-inden)(9-fluoren), Ethylen-bis(1-inden)(1-cyclopentadien), Ethylen-bis(1-inden)(9-fluoren).

Beispiele

[0037] Alle Versuche wurden unter Ausschluß von Sauerstoff und Feuchtigkeit unter Inertgas durchgeführt.

Beispiel 1

Darstellung von Ethylen-bis(inden-1-yl)zirkondichlorid :

a) Racemat (rac) : meso 1 : 1

[0038] Es wurde bei Raumtemperatur (RT) eine Mischung von 556 ml BOMAG®-A (0,486 mol; Butyloctylmagnesium der Firma Witco GmbH; 20 % ig in Heptan) und 126 ml Inden (90 % ig; 0,97 mol) hergestellt.

[0039] Anschließend wurde 4 h unter Rückfluß gerührt, bis das Aufhören der Gasentwicklung das Reaktionsende anzeigen.

[0040] Nach Abkühlen auf 70 °C wurden 41,9 ml (0,486 mol) 1,2-Dibromethan und 69 ml Di-n-butylether zudosiert. Erneut wurde 4 h refluxiert.

[0041] Vor der Zugabe von weiteren 556 ml BOMAG®-A wurde die Reaktionsmischung auf RT abgekühlt.

[0042] Anschließend folgten weitere 3 h Rückfluß.

[0043] Danach erfolgte die Zugabe von 264 ml (0,97 mol) Tri-n-butylzinnchlorid in die abgekühlte Mischung.

[0044] Unter Rückfluß innerhalb von 2 h wurde das Tri-butylzinn substituiert und Magnesiumchlorid eliminiert.

[0045] Nach Abtrennen der anorganischen Salze wurde die erhaltene klare Lösung mit 102 g $ZrCl_4$ (0,44 mol) versetzt, 1 h bei RT und 3 h bei 60 °C gerührt.

[0046] Mittels Filtration konnte man dann das Rohprodukt isolieren.

[0047] Ausbeute: 156 g Rohprodukt (85 % d. Th., bezogen auf $ZrCl_4$; rac : meso-Verhältnis 1 : 1).

[0048] Nach Auskochen mittels frischem Heptan und Ausröhren mit THF bei RT erhielt man 55 g (30 %) reine rac-Verbindung (I):

EP 0 669 340 B1

Ethylen(Indenyl)₂ZrCl₂:

¹H-NMR : (CDCl₃; 7,23 ppm)

7,68 - 7,13 (m, 8H, C₆H₄); 6,58 (d, 2H, a-C₅H₂); 6,2 (d, 2H, b-C₅H₂); 3,75 (s, 4H, -CH₂CH₂-)

Zr: ber.: 21,8 % gef.: 22,0 %;

5 Cl: ber.: 16,9 % gef.: 16,7 %

b) rac : meso 10 : 1

10 [0049] Die Reaktion wurde analog zu 1 a) durchgeführt, vor der Zugabe des ZrCl₄ wurde jedoch die Reaktionslösung destillativ vom Lösungsmittel befreit (bis 80 °C/1 Torr).

[0050] Man erhielt 147 g (80 %) Rohprodukt mit einem rac : meso-Verhältnis von 10 : 1.

[0051] Nach Aufreinigung konnten 110 g (60 %) reine rac-Verbindung isoliert werden.

(¹H-NMR identisch mit dem in 1 a); Zr: 21,9 %; Cl: 16,6 %).

15 Beispiel 2

Darstellung von Ethylen-bis(inden-1-yl)hafniumdichlorid

a) rac : meso 2 : 1

20 [0052] Es wurden 85,2 ml Inden (94 %ig; 0,73 mol) vorgelegt, dem unter Rückfluß 416 ml BOMAG®-A (20 %ig in Heptan; 0,364 mol) zudosiert wurden. Es wurde 6 h refluxiert.

[0053] Bei 60 - 70 °C wurden 31,4 ml 1,2-Dibromethan (0,364 mol) und 50 ml Di-n-butylether zugegeben und man ließ 4 h unter Rückfluß nachreagieren.

25 [0054] Anschließend wurden erneut 416 ml BOMAG®-A (20 %ig in Heptan; 0,364 mol) eingetragen und 4 h unter Rückfluß gerührt.

[0055] Bei 80 °C erfolgte dann die Dosierung von 196 ml Tri-n-butylzinnchlorid (0,723 mol) mit nachfolgendem vierstündigen Refluxieren.

[0056] Anschließend wurden alle anorganischen Salze abgetrennt und das klare Filtrat weiter eingesetzt.

30 [0057] Bei 0 °C wurde in die Lösung HfCl₄ eingetragen (92,2 g; 0,288 mol). Es wurde langsam auf 60 °C erhitzt. Nach 30 min ging man dann auf Rückfluß und beließ die Reaktionsmischung 2 h dabei.

[0058] Nach Abkühlen auf RT wurde der ausgefallene Feststoff isoliert und getrocknet.

[0059] Es konnten 110 g (92 %) Rohprodukt (II) mit einem rac : meso-Verhältnis von ca. 2 : 1 isoliert werden.

[0060] Ausführung mit Tetrahydrofuran (THF) lieferten schließlich 50,2 g (42 %) reines Racemat an (II).

35 rac-Ethylen(Indenyl)₂HfCl₂ (II):

¹H-NMR: (CDCl₃; 7,23 ppm)

7,65 - 7,1 (m, 8H, C₆H₄); 6,48 (d, 2H, a-C₅H₂); 6,09

(d, 2H, b-C₅H₂); 3,8 (s, 4H, -CH₂CH₂-)

Hf: ber.: 35,3 gef.: 35,8 Cl: ber.: 14,02 gef.: 13,9

40

b) rac: rein.

[0061] Es wurde analog zu 2 a) gearbeitet, lediglich nach der Umsetzung mit Tri-n-butylzinnchlorid und dem Entfernen der ausgefallenen anorganischen Salze wurde die Lösung destillativ unter Anlegen von Vakuum vom Lösungsmittel befreit.

[0062] Das nach Umsetzung mit HfCl₄ gewonnene Rohprodukt enthielt keine meso-Verbindung.

[0063] Nach Aufreinigung konnten mittels Filtration und Trocknung abschließend 73,5 g (61 % d. Th.; bezogen auf HfCl₄) an reinem (II) erhalten werden.

¹H-NMR identisch mit dem in 3 a);

50 Hf: gef.: 35,5 Cl: gef.: 14,0

Beispiel 3

Darstellung von Me₂Si-bis (inden-1-yl)zirkondichlorid

55

a) rac : meso 1,1 : 1

[0064] 55,7 ml Inden (95 %ig; 0,454 mol) und 50 ml Heptan wurden vorgelegt und innerhalb von 15 min unter Rückfluß

EP 0 669 340 B1

mit 260 ml BOMAG®-A (20 %ig in Heptan; 0,227 mol) versetzt. Nach 3 h Rückfluß wurde auf RT abgekühlt.

[0065] Man dosierte weiterhin 29,3 g Dimethyldichlorsilan (0,227 mol), 39 ml Di-n-butylether und 25 ml Hexan zur Reaktionslösung und refluxierte 3 h.

[0066] Nach erneuter Zugabe von BOMAG®-A (260 ml; 0,227 mol), 4 h Kochen unter Rückfluß und Abkühlen auf 5 RT wurden unter Rühren 123 ml Tri-n-butyldiinnchlorid zudosiert (Temperaturanstieg auf 45 °C) und die Reaktion 4 h bei 50 °C weitergeführt.

[0067] Die ausgefallenen Salze wurden abgetrennt und das klare Filtrat wurde mit 47,6 g ZrCl₄ (0,204 mol) versetzt.

[0068] Es wurde 2 h bei RT und 1 h unter Rückfluß gerührt.

[0069] Nach Filtration und Trocknung erhielt man 79,7 g Rohprodukt (87 % d. Th.; bezogen auf ZrCl₄) mit einem 10 rac : meso-Verhältnis von 1,1 : 1.

[0070] Aufreinigung ergab eine Ausbeute an reinem rac-Produkt (III) von 28,4 g (31 %).

rac-Me₂Si(indenyl)₂ZrCl₂ (III):

¹H-NMR: (CDCl₃, 7,23 ppm):

7,62 - 7,03 (m, 8H, C₆H₄); 6,94 (d, 2H, a-C₅H₂); 6,1 (d, 2H, b-C₅H₂) 1,13 (s, 6 H, Si(CH₃)₂)

15 Zr: ber.: 20,3 % gef.: 20,3 %;

Cl: ber.: 15,8 % gef.: 15,7 %

b) reines Racemat:

20 [0071] 522 ml BOMAG®-A (20 %ig; 456,6 mmol) wurden vorgelegt und auf Rückfluß erhitzt. Dann erfolgte innerhalb von 30 min die Zudosierung von 121 ml Inden (90 %ig; 931,2 mmol) mit anschließendem vierständigem Refluxieren.

[0072] Bei RT wurden weiterhin 55,3 ml Me₂SiCl₂ (456 mmol), 80 ml Di-n-butylether und 40 ml Hexan hinzugefügt. 2 h Refluxieren schlossen sich an.

[0073] Nach Zugabe von 522 ml BOMAG®-A und 4 h Nachreaktion unter Rückfluß wurde bei RT Tri-n-butyldiinnchlorid zudosiert (253 ml, 931 mmol) und 4 h bei 50 °C belassen.

[0074] Die Reaktionslösung wurde von den ausgefallenen Salzen befreit, und destillativ wurden flüchtige Bestandteile abgetrennt (bis 100 °C; 1 Torr).

[0075] In die viskose, klare Lösung wurden 98 g ZrCl₄ (420 mmol) bei 20 °C eingetragen. Es wurde 2 h bei 90 °C gerührt.

30 [0076] Man erhielt 149 g Rohprodukt (79 % d. Th.; bezogen auf ZrCl₄), das noch geringe Verunreinigungen, aber keine meso-Verbindung enthielt.

[0077] Nach Aufreinigung erhielt man 122 g reines rac- (III) (65 % d. Th.)

¹H-NMR identisch mit dem in 3 a)

Zr: gef.: 20,4 % Cl: gef.: 15,6 %

35

Beispiel 4

Technische Darstellung von Me₂Si(indenyl)₂ZrCl₂:

40 [0078] In einem 150 l Reaktor wurden 7,95 kg Inden (90 %ig) vorgelegt und mit 27,05 kg BOMAG®-A (1,2 mol/kg) versetzt.

[0079] Nach Aufheizen bis auf Rückfluß (98 °C) wurde 3 h bei dieser Temperatur belassen, bis die Butangasentwicklung abgeschlossen war.

[0080] Eine Lösung von 4,24 kg Dichlordinethylsilan und 4,23 kg Di-n-butylether in 4 l Hexan wurde nun bei ca. 70 °C zu der erhaltenen Suspension dosiert. Es schlossen sich 2 h Nachreaktion unter Rückfluß an.

45 [0081] Sofort anschließend erfolgte die Zugabe von weiteren 27,05 kg BOMAG®-A mit anschließendem dreistündigem Refluxieren.

[0082] Danach wurden 21,14 kg Tri-n-butyldiinnchlorid zudosiert und 3 h bei 50 °C gerührt.

50 [0083] Das ausgefallene Magnesiumsalz wurde mittels Filtration abgetrennt und das Filtrat vom Lösungsmittel befreit.

[0084] Die verbleibende viskose Lösung wurde bei RT startend mit 6,96 kg Zirkontetrachlорid versetzt und noch 3 h refluxiert.

[0085] Das Rohprodukt wurde anschließend mittels Filtration isoliert (reine rac-Verbindung; keine meso-Verbindung nachweisbar; Rohausbeute 90 %).

55 [0086] Zur weiteren Aufreinigung wurde das Produkt noch mittels THF ausgerührt, so daß man letztendlich 75 % (9,8 kg) sauberes rac-Me₂Si(indenyl)₂ZrCl₂ erhielt.

EP 0 669 340 B1

Beispiel 5

Darstellung von $\text{Me}_2\text{Si}\text{-bis(inden-1-yl)hafniumdichlorid}$:

5 a) rac : meso 2 : 1

[0087] Es wurden 148,6 ml BOMAG®-A (20 %ig in Heptan; 130 mmol) und 33,8 ml Inden (90 %ig; 260 mmol) zusammengemischt und 4 h refluxiert.

10 [0088] Anschließend wurden 15,8 ml Me_2SiCl_2 (130 mmol), 20 ml Hexan und 20 ml Di-n-butylether bei 20 °C zugesetzt. Danach wurde 3 h refluxiert.

[0089] Die so erhaltene Reaktionsmischung wurde erneut mit 148,6 ml BOMAG®-A versetzt und 3 h refluxiert, bevor 70,5 ml Tri-n-butylzinnchlorid (260 mmol) bei RT zudosiert und die Reaktion weitere 3 h bei 50 °C unter Rühren weitergeführt wurde.

15 [0090] Nach Entfernen der ausgefallenen Feststoffe versetzte man die erhaltene klare Lösung mit 37,5 g HfCl_4 (117 mmol) und refluxierte 2 h.

[0091] Mittels Filtration erhielt man 44,5 g Rohprodukt (IV) (71 % d. Th., bezogen auf HfCl_4) mit einem rac : meso-Verhältnis von 2 : 1.

$\text{Me}_2\text{Si(indenyl)}_2\text{HfCl}_2$ (IV)

20 $^1\text{H-NMR}$: (CDCl_3 , 7,23 ppm)

7,58 - 7,03 (m, 8H, C_6H_4); 6,8 (d, 2H, C_5H_2); 6,05 (d, 2H, C_5H_2); 1,1 (s, 6H, $\text{Si}(\text{CH}_3)_2$)

Hf: ber.: 33,3 % gef.: 33,6 %;

Cl: ber.: 13,2 % gef.: 13,0 %

b) reines Racemat:

25 [0092] Es wurde analog zu Versuch 5 a) gearbeitet, wobei als Variation die Reaktionslösung vor Zusatz des HfCl_4 von dem Lösungsmittel befreit wurde (bis zu 120 °C/1 Torr).

[0093] Man erhielt ein meso-freies Rohprodukt, das nach Aufreinigung 43,9 g (70 % d. Th.) reines rac-Metallocen (IV.) lieferte.

30 $^1\text{H-NMR}$ identisch mit dem in 6 a)

Hf: gef.: 33,4 % ; Cl: gef.: 13,3 %

Beispiel 6

35 Einsatz weiterer Dialkylmagnesiumverbindungen:

[0094]

40 a) Ansatz 3 a) wurde wiederholt, anstelle von BOMAG®-A wurde jedoch Dibutylmagnesium (1 molar in Heptan) eingesetzt. Dabei wurden die Refluxionszeiten bei der Umsetzung des Dialkylmagnesiums jeweils um 30 min verlängert.

Man erhielt 68 g Rohprodukt $\text{Me}_2\text{Si(indenyl)}_2\text{ZrCl}_2$ (mit einem rac : meso-Verhältnis von 1 : 1).

b) Ansatz 3 a) wurde mit Dihexylmagnesium (1 molar in Heptan) durchgeführt.

45 Man erhielt 70 g Rohprodukt $\text{Me}_2\text{Si(indenyl)}_2\text{ZrCl}_2$ (mit einem rac : meso-Verhältnis von 1 : 1).

Beispiel 7

[0095] Isolieren und Charakterisieren der Zwischenstufe EthylenIndenyl₂(tri-n-butylzinn):

50 10 g Inden (95 %ig; 82 mmol) wurden mit 34,2 g BOMAG®-A (20 %ig in Heptan; 41 mmol) versetzt und 4 h lang unter Rückfluß erhitzt.

[0096] Dann wurden bei Raumtemperatur 7,7 g (41 mmol) 1,2 Dibromethan und 5,3 g (41 mmol) n-Butyl₂O zugegeben und erneut 3 h unter Rückfluß gerührt.

[0097] Anschließend wurde das ausgefallene MgBr_2 mittels Filtration abgetrennt.

55 [0098] Das Filtrat wurde mit 34,2 g BOMAG®-A (20 %ig in Heptan; 41 mmol) versetzt und 4 h refluxiert.

[0099] Anschließend wurden bei 50 °C 26,8 g (82 mmol) Tri-n-butylzinnchlorid zugegeben und weitere 2 h refluxiert.

[0100] Das ausgefallene MgCl_2 wurde durch Filtration abgetrennt und das Filtrat zur Trockene eingeengt (bis 100 °C/0,1 mbar).

EP 0 669 340 B1

[0101] Man erhielt Etindenyl₂TBT₂ in Form eines viskosen Öls in quantitativer Ausbeute.

1H-NMR: (CDCl₃) 7,55 (m, 2H); 7,45 (m, 2H); 7,3 - 7,1 (m, 4H); 6,5 (d, 2H); 4,02 (m, 2H); 3,02 (s, 4H); 1,7 - 1,1 (m, 36 H); 0,9 - 0,7 (m, 8 H).

5

Beispiel 8

Isolieren und Charakterisieren der Zwischenverbindung Me₂Silindenyl₂TBT₂ (TBT = Tri-n-butylzinn)

[0102] 12,2 g Inden (95 %ig; 0,1 mol) wurden mit 42 g BOMAG®-A (20 %ig in Heptan; 50 mmol) versetzt und 4 h refluxiert.

[0103] Anschließend wurden bei Raumtemperatur 6,45 g Me₂SiCl₂ (50 mmol) und 6,5 g n-Butyl₂O (50 mmol) zugesetzt und 2 h erneut refluxiert.

[0104] Weiterhin wurden 100 mmol (32,8 g) Tri-n-butylzinnchlorid zugefügt, 2 h unter Rückfluß gerührt, abgekühlt, filtriert und das Filtrat zur Trockene eingeengt (100 °C/0,1 mbar).

[0105] Man erhielt Me₂Silindenyl₂TBT₂ als ein viskoses Öl in quantitativer Ausbeute.

1H-NMR: (CDCl₃) 7,6 - 7,3 (m); 7,2 - 6,9 (m); 4,25 (s, 2H); 1,8 - 1,1 (m; 36 H); 0,9 - 0,7 (m, 18 H); 0,5 (s, 6 H).

20 Beispiel 9

a) Isolieren und Charakterisieren der Verbindung Me₂Si[(Me₄Cp)(tBuN)](tri-n-butylzinn)₂:

[0106] 13,25 g (= 53 mmol) Me₂Si[(Me₄CpH)(tBuNH)] (Literatur: (Organometallics, 1990, 9, 867) wurden in 63,6 ml BOMAG®-A (53 mmol) gegeben und 3 h refluxiert.

[0107] Anschließend wurde die Lösung auf -40 °C gekühlt und der ausgefallene Feststoff isoliert (13,9 g).

[0108] Me₂Si[(Me₄Cp)(tBuN)]Mg:

1H-NMR: (DMSO) 1,99 (s, 6 H, b-Me₂Cp); 1,79 (s, 6 H, a-Me₂Cp); 1,09 (s, 9 H, Me₃C); 0,12 (s, 6 H, SiMe₂)

30

[0109] 10 g Me₂Si[(Me₄Cp)(tBuN)]Mg (36,5 mmol) wurden in 50 ml Xylol gelöst und mit Tri-n-butylzinnchlorid versetzt (73 mmol; 23,8 g) und 5 h refluxiert.

[0110] Von der nach Filtration erhaltenen Lösung wurde das Xylol abgezogen und das verbleibende viskose Öl mittels NMR-Spektroskopie analysiert:

35

1H-NMR: (CDCl₃) 1,98 (s, 6 H, a-Me₂Cp); 1,82 (s, 6 H, Me₂Cp); 1,7 - 1,6 (m, 12 H, Sn-CH₂-); 1,43 - 1,1 (m, 24 H, -CH₂CH₂-); 1,06 (s, 9 H, Me₃C); 0,95 (t, 18 H, H₃C-); 0,09 (s, 6 H, Me₂Si).

40

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von verbrückten, stereorigiden Metallocenen der allgemeinen Formel (1)

45



worin

50

Cp = ein Cyclopentadienyl-, ein Indenyl-, ein Fluorenylrest

R, R' = Alkyl-, Phosphin-, Amin-, Alkylether- oder Aryl-ethergruppen mit $0 \leq a \leq 4$, $0 \leq a' \leq 4$

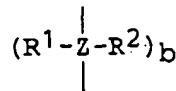
Cp' = eine der Gruppen Cp oder

Cp' = NR" mit R" = Alkyl- oder Arylrest mit $a = 1$ und

Q = eine ein- oder mehrgliedrige Brücke

55

EP 0 669 340 B1



5

zwischen Cp und Cp' ist, worin R¹ und R² gleich oder verschieden ein Wasserstoffatom, eine C₁-C₁₀-Alkylgruppe, eine C₆-C₁₀-Arylgruppe und Z Kohlenstoff, Silizium oder Germanium bedeutet mit b = 1, 2 oder 3

10

M = ein Übergangsmetall der Gruppen 3 bis 6, insbesondere Zr, Hf ist
 X = Halogen, insbesondere Cl, Br ist und
 n = der Oxidationszahl von M, vermindert um 2, entspricht,

dadurch gekennzeichnet, daß in erster Stufe

15

1) Cyclopentadienylverbindungen CpRa mit Magnesiumverbindungen (R³R⁴)_cMg, worin R³R⁴ gleich oder verschieden, H, C₁-C₁₂-Alkylreste und c = 0 oder 1 ist, nach der allgemeinen Gleichung umgesetzt werden

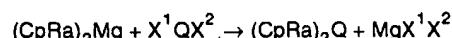


20

und das Reaktionsprodukt in zweiter Stufe

25

2) mit Verbindungen X¹QX², worin X¹, X² gleich oder verschieden Cl, Br, J, -OSO₂R⁵ mit R⁵ ein Alkylrest mit 1 - 10 C-Atomen oder ein Arylrest mit 6 - 10 C-Atomen sein kann, nach der allgemeinen Gleichung umgesetzt wird



30

und das Reaktionsprodukt in dritter Stufe

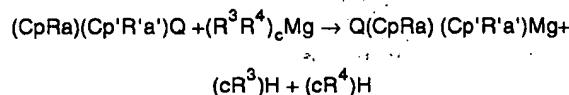
3) mit Magnesiumverbindungen (R³R⁴)_cMg nach der allgemeinen Gleichung umgesetzt wird

35



oder

40

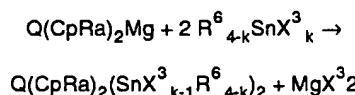


und das Reaktionsprodukt in vierter Stufe

45

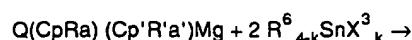
4) mit Zinnverbindungen R⁶_{4-k}SnX³_k, worin R⁶ ein C₂-C₂₀-Alkylrest, insbesondere C₄-C₈-Alkylrest oder ein C₆-C₁₀-Arylrest ist, X³ ein Halogenatom, insbesondere Cl, Br und k = 1 - 4 ist, nach der allgemeinen Gleichung

50



oder

55



EP 0 669 340 B1

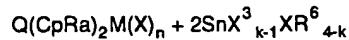


umgesetzt wird und das Reaktionsprodukt in fünfter Stufe

5

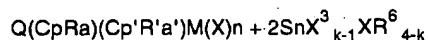
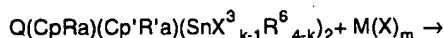
5) mit Übergangsmetallhalogeniden der Formel $M(X)_m$, worin m gleich der Oxidationszahl von M ist, nach der Gleichung

10



oder

15



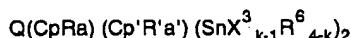
20

umgesetzt wird.

25

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Stufe 4. enthaltene Lösungsmittel vor Umsetzung mit dem Übergangsmetallhelogenid in der Stufe 5. ganz oder teilweise entfernt wird.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktionsprodukte der Zwischenstufen ohne Isolierung direkt für die weitere Umsetzung der jeweiligen Folgestufen eingesetzt werden.
4. Verbindungen der allgemeinen Formel

30

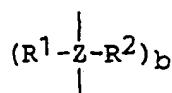


worin bedeuten

35

$Q =$ eine ein- oder mehrgliedrige strukturelle Brücke

40



45

zwischen Cp und Cp' ist, worin R^1 und R^2 gleich oder verschieden ein Wasserstoffatom, eine C_1 - C_{10} -Alkylgruppe, eine C_6 - C_{10} -Arylgruppe und Z : Kohlenstoff, Silizium oder Germanium bedeutet mit $b = 0, 1, 2$ oder 3

$Cp, Cp' =$ Cyclopentadienyl-, ein Indenyl-, ein Fluorenylrest

$R, R' =$ Alkyl-, Phosphin-, Amin-, Alkylether-, oder Arylethergruppen mit $0 \leq a, a' \leq 4$

$R^6 =$ ein C_2 - C_{20} -Alkylrest, ein C_6 - C_{10} -Arylrest

$X^3 =$ ein Halogenatom

50

$Z =$ Kohlenstoff, Silizium oder Germanium mit $b = 1, 2$ oder 3 .

Claims

55

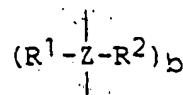
1. Process for preparing bridged, stereorigid metallocenes of the general formula (1)

EP 0 669 340 B1



where

5 Cp = a cyclopentadienyl, an indenyl, a fluorenyl radical
 R, R' = alkyl, phosphine, amine, alkyl ether or aryl ether groups with $0 \leq a \leq 4$, $0 \leq a' \leq 4$
 Cp' = one of the groups Cp or
 10 Cp' = NR^a with R^a = alkyl or aryl radical with a = 1 and
 Q = a single-membered or multi-membered bridge



15 between Cp and Cp', where R¹ and R² are identical or different and are a hydrogen atom, a C₁-C₁₀-alkyl group, a C₆-C₁₀-aryl group and Z is carbon, silicon or germanium and b = 1, 2 or 3
 20 M = a transition metal of the groups 3 to 6, in particular Zr, Hf
 X = halogen, in particular Cl, Br and
 n = the oxidation state of M reduced by 2,

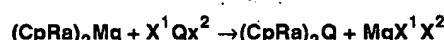
characterized in that, in a first step,

25 1) Cyclopentadienyl compounds CpRa are reacted with magnesium compounds (R³R⁴)_cMg, where R³R⁴ are identical or different H, C₁-C₁₂-alkyl radicals and c = 0 or 1 in accordance with the general equation



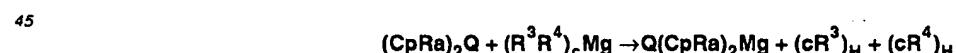
and the reaction product, in a second step,

35 2) is reacted with compounds X¹QX², where X¹, X² are identical or different and are Cl, Br, I, -OSO₂R⁵, where R⁵ can be an alkyl radical having 1 - 10 carbon atoms or an aryl radical having 6 - 10 carbon atoms, in accordance with the general equation

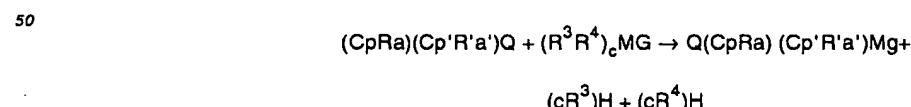


40 40 and the reaction product, in a third step,

3) is reacted with magnesium compounds (R³R⁴)_cMg in accordance with the general equation



or



55 55 and the reaction product, in a fourth step

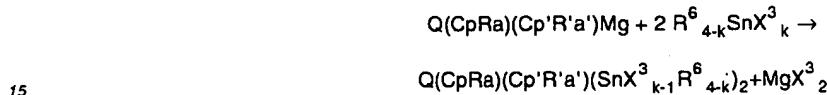
4) is reacted with tin compounds R⁶_{4-k}SnX³_k, where R⁶ is a C₂-C₂₀-alkyl radical, in particular a C₄-C₈-alkyl

EP 0 669 340 B1

radical, or a C_6 - C_{10} -aryl radical, X^3 is a halogen atom, in particular Cl, Br, and $k = 1 - 4$, in accordance with the general equation

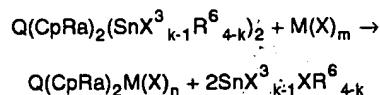


10 or

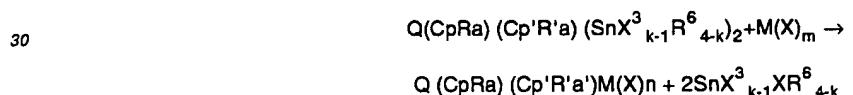


20 and the reaction product, in a fifth step,

25 5) is reacted with transition metal halides of the formula $M(X)_m$, where m is equal to the oxidation state of M , in accordance with the equation



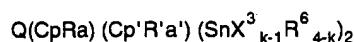
or



35 2. Process according to Claim 1, characterized in that the solvent present in the step 4 is completely or partially removed prior to reaction with the transition metal halide in the step 5.

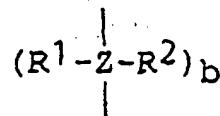
3. Process according to Claim 1, characterized in that the reaction products of the intermediate steps are used directly without isolation for the further reaction of the respective subsequent steps.

40 4. Compounds of the general formula



where

Q = a single-membered or multi-membered structural bridge



55 between Cp and Cp' where R^1 and R^2 are identical or different and are a hydrogen atom, a C_1 - C_{10} -alkyl group, a C_6 - C_{10} -aryl group and Z is carbon, silicon or germanium and $b=1, 2$ or 3
 $Cp, Cp' =$ cyclopentadienyl, an indenyl, a fluorenyl radical

EP 0 669 340 B1

$R, R' =$ alkyl, phosphine, amine, alkyl ether, or aryl ether groups with $0 \leq a, a' \leq 4$
 $R^6 =$ a C_2-C_{20} -alkyl radical, a C_6-C_{10} -aryl radical
 $X^3 =$ a halogen atom
 $Z =$ carbon, silicon or germanium and $b=1, 2$ or 3.

5

Revendications

1. Procédé pour la préparation de métallocènes stéréorigides pontés de formule générale (1)

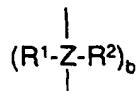
10



15 dans laquelle

Cp représente un radical cyclopentadiényle, indényle, fluorényle,
 R, R' représentent des groupes alkyle, phosphino, amino, alkyléther ou aryléther avec $0 \leq a \leq 4, 0 \leq a' \leq 4$,
 Cp' représente un des groupes Cp ou
 Cp' représente NR^6 avec $R^6 =$ un radical alkyle ou aryle avec $a = 1$ et
 $20 Q$ est un pont à un ou plusieurs chaînons

20



25

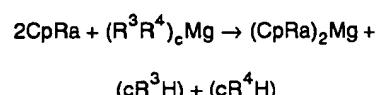
30 entre Cp et Cp' , dans lequel R^1 et R^2 , identiques ou différents, représentent chacun un atome d'hydro-
 gène ou un groupe alkyle en C_1-C_{10} , un groupe aryle en C_6-C_{10} et Z représente un atome de carbone, de
 silicium ou de germanium, avec $b = 1, 2$ ou 3,
 M est un métal de transition des groupes 3 à 6, en particulier Zr, Hf,
 X est un atome d'halogène, en particulier Cl, Br, et
 n correspond au nombre d'oxydation de M , diminué de 2,

35

caractérisé en ce que, dans la première étape

40

1) on fait réagir des composés cyclopentadiényle $CpRa$ avec des composés contenant du magnésium $(R^3R^4)_cMg$, dans lesquels R^3R^4 sont identiques ou différents et représentent H ou des radicaux alkyle en C_1-C_{12} et $c = 0$ ou 1, selon l'équation générale

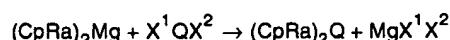


45

et, dans une deuxième étape,

2) on fait réagir le produit de réaction avec des composés X^1QX^2 , dans lesquels X^1, X^2 sont identiques ou différents et représentent Cl, Br, I, un groupe $-OSO_2R^5$ dans lequel R^5 peut être un radical alkyle ayant de 1 à 10 atomes de carbone ou un radical aryle ayant de 6 à 10 atomes de carbone, selon l'équation générale

50

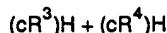
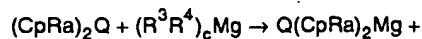


55

et, dans une troisième étape,

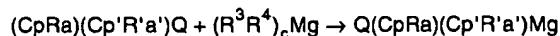
3) on fait réagir le produit de réaction avec des composés contenant du magnésium $(R^3R^4)_cMg$, selon l'équation générale

EP 0 669 340 B1

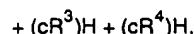


5

ou

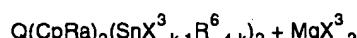
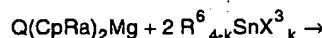


10



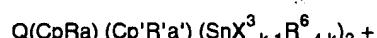
et, dans une quatrième étape,

4) on fait réagir le produit de réaction avec des composés stanniques $R^6_{4-k}SnX^3_k$, dans lesquels R^6 est un radical alkyle en C_2-C_{20} , en particulier un radical alkyle en C_4-C_8 , ou un radical aryle en C_6-C_{10} , X^3 est un atome d'halogène, en particulier Cl, Br, et $k = 1 - 4$, selon l'équation générale



20

ou

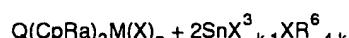


25

et, dans une cinquième étape,

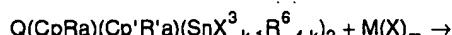
5) on fait réagir le produit de réaction avec des halogénures de métaux de transition de formule $M(X)_m$, dans laquelle m est égal au nombre d'oxydation de M , selon l'équation

35

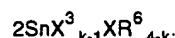


40

ou



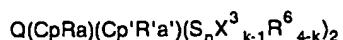
45



50

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le solvant contenu dans l'étape 4 est partiellement ou totalement éliminé avant la réaction avec l'halogénure de métal de transition dans l'étape 5.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les produits de réaction des étapes intermédiaires sont utilisés directement, sans isolement, pour la réaction ultérieure des étapes suivantes respectives.
4. Composé de formule générale

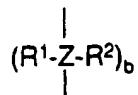
EP 0 669 340 B1



5 dans laquelle

Q est un pont structural à un ou plusieurs chaînons

10



15 entre Cp et Cp', dans lequel R¹ et R², identiques ou différents, représentent chacun un atome d'hydrogène ou un groupe alkyle en C₁-C₁₀, un groupe aryle en C₆-C₁₀ et Z représente un atome de carbone, de silicium ou de germanium, avec b = 0, 1, 2 ou 3,
 Cp, Cp' représentent un radical cyclopentadiényle, indényle, fluorényle,
 R, R' représentent des groupes alkyle, phosphino, amino, alkyléther ou aryléther avec 0 ≤ a, a' ≤ 4,
 R⁶ représente un radical alkyle en C₂-C₂₀, un radical aryle en C₆-C₁₀,
 20 X³ représente un atome d'halogène,
 Z représente un atome de carbone, de silicium ou de germanium, avec b = 1, 2 ou 3.

25

30

35

40

45

50

55

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.